LOGO

et ROBOTIQUE

Pour les Nuls !

Interface Velleman VM110
et robot FISCHER TECHNIK
pour résoudre
la Tour de Hanoï

Sommaire

1. PRÉAMBULE 4

2. OBJECTIFS 4

.21. LE LANGAGE LOGO 4
.22. LA CARTE INTERFACE VELLEMAN VM110 5
.23. LA DESCRIPTION DU ROBOT 5
.24. LA PROGRAMMATION EN LANGAGE LOGOPLUS 5

3. LA CARTE INTERFACE USB : VELLEMAN VM110 5

.31. LES EXTENSIONS NÉCESSAIRES À LA VM110 7
3.1.1. Le circuit de puissance 7
3.1.2 La carte à relais VM129 8
3.1.3. La carte d'alimentation 9
3.1.4. La commande des moteurs 10
3.1.5 L'implantation et le branchement des relais pour 1 moteur 12
3.1.6. Conclusions 16
.32. LES ENTRÉES 17
3.2.1. Les entrées logiques : 17
3.2.2. Les entrées analogiques : 17
3.2.3. Le branchement des potentiomètres du robot 17

4. LE ROBOT FISCHER TECHNIK 19

.41. DESCRIPTION 19
.42. PRÉCAUTIONS NÉCESSAIRES AVANT LA PROGRAMMATION 21
4.2.1. La reconnaissance des sorties et de leurs effets 21
4.2.2. La reconnaissance des positions extrêmes 22

5. LA PROGRAMMATION LOGO 24

.51. LA PROGRAMMATION DES DÉPLACEMENTS A, B ET C 24
.52. LA PROGRAMMATION DU BRAS ET DE LA MAIN : LEVE – BAISSE, PRENDS - LACHE 26
.53. LA RÉSOLUTION DU PROBLÈME POSÉ PAR LA TOUR DE HANOÏ SANS ROBOT 26
.54. LA RÉSOLUTION DU PROBLÈME POSÉ PAR LA TOUR DE HANOÏ AVEC ROBOT 28

Robotique pour les nuls ! Oui !
Étant assez nul moi-même, j'ai voulu décrire par le détail toutes les étapes qui m'ont permis de remettre ce fameux « jouet » en route… et aider les lecteurs intéressés à avancer plus vite.

Pour les néophytes, cela pourra être utile…

Les spécialistes en informatique, électronique… pourront se gausser de ma fameuse solution basique pour commander les moteurs à partir de l'ordinateur : mes 16 relais basiques leur feront sûrement penser à ces premiers ordinateurs des années 1950 qui prenaient toute une pièce alors qu'aujourd'hui, les P.C. portables tiennent dans un cartable et sont des milliers de fois plus puissants….

Ils pourront passer tous ces chapitres basiques…

1. Préambule

Dans les années 1990, j'étais Maître-formateur dans une école d'Application à Dijon.

La mode pédagogique de cette époque, faisant suite au plan I.P.T., (Informatique pour Tous) était au Logo et à la robotique…

J'avais donc fait l'acquisition d'un TO-70 et une boîte Fischer Technik, permettant de construire quelques modules mécaniques. La boîte comprenait aussi une carte interface dédiée au TO7-70, programmable en Logo.

J'avais opté pour la construction et la programmation d'un système robotique capable de résoudre les problèmes de la Tour de Hanoï. Je renvoie les lecteurs aux nombreux sites ou documents existants sur Internet pour plus de détails sur ce problème.

(Par exemple : http://fr.wikipedia.org/wiki/Tours_de_Hano%C3%AF)

Le problème en soit est très intéressant à décortiquer avec des élèves de l'École Élémentaire. Avec des CM, la possibilité d'utiliser les puissances d'un nombre (puissances de 2 en l'occurrence), la question « angoissante » de savoir « quand » interviendra la fin du monde, la possibilité d'étudier les algorithmes de résolution et d'en déterminer une formule générale ($2^n - 1$), le tout illustré par des manipulations de tours fabriquées avec des rondelles de manches d'outils… ou avec un robot piloté par un ordinateur… Tout cela rendait les activités de maths du mois de juin très captivantes, mêmes pour des élèves un peu mathophobes !

Un collègue de CE1, réussissait aussi cette exploitation de cette situation, en adaptant au niveau des élèves.

Le TO7-70 a rendu l'âme depuis longtemps… Le robot fut remisé et devint inactif…

Jusqu'à ces mois derniers où je découvre le site de Dominique Bille, auteur d'un LogoPlus, qui comprend des primitives dédiées à la robotique via l'interface VM110 de chez Velleman et qui se branche simplement sur un port USB… Le projet décrit ci-dessous est en rapport avec ma remise à niveau et la possibilité de faire refonctionner le robot à partir de nos P.C. actuels.

2. OBJECTIFS

.21. Le langage LOGO

Je renvoie au site de Dominique Bille où il est possible de télécharger gratuitement le logiciel et d'obtenir toutes les informations sur celui-ci :

http://www.espacefr-education.com/wineduc/scien5.php

.22. La carte interface Velleman VM110

Le site de Dominique Bille indique cette carte comme possibilité de piloter de petits systèmes robotiques.

Pour ma part, il m'a fallu son aide et celle de Jean-Louis Barbedette pour venir à bout de la compréhension de son fonctionnement, somme toute, très simple. (J'avais malheureusement les anciens schémas relatifs au TO7 qui me bridaient…)

Je décrirai donc mes étapes dans la prise en main de cette interface.

.23. La description du robot

Elle permettra éventuellement aux lecteurs intéressés d'envisager une construction analogue, le matériel Fischer Technik utilisé n'étant plus commercialisé actuellement…

.24. La programmation en langage LogoPlus

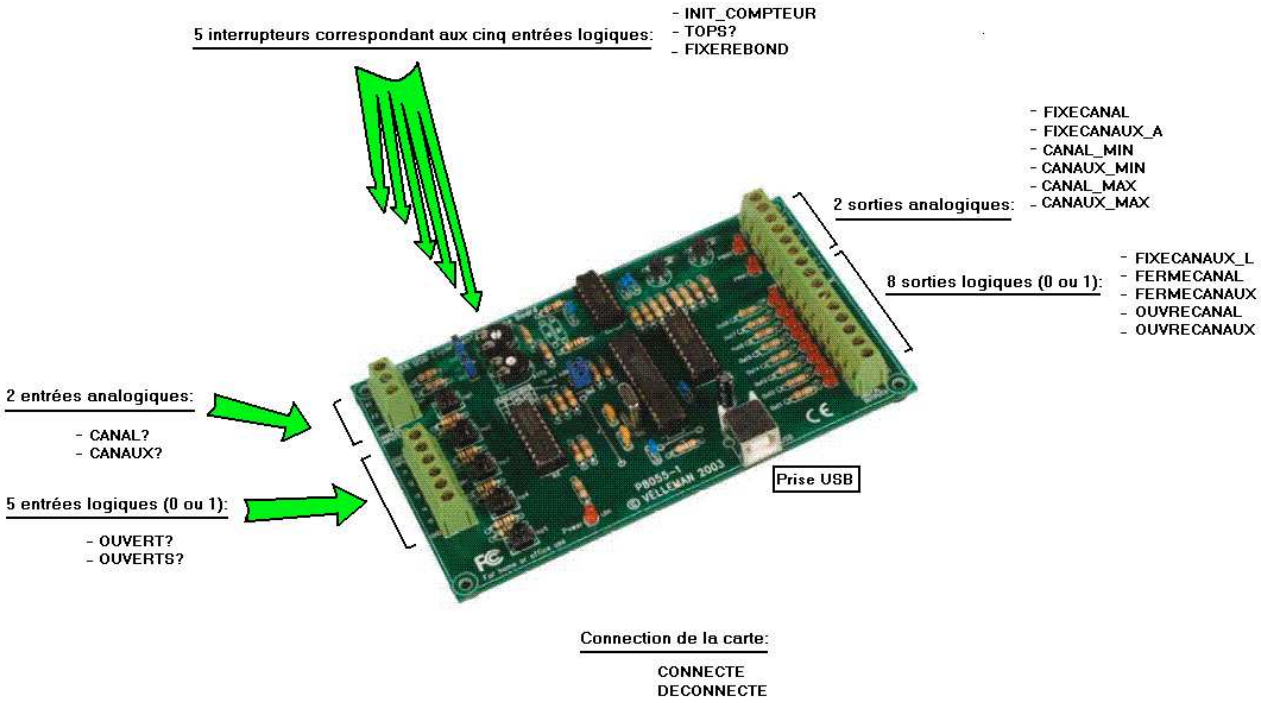
Je donnerai le programme complet de la programmation du robot, capable de résoudre les problèmes de la tour de Hanoï quelque soit le nombre d'étages, et cela en ne tapant que la simple instruction : HANOI n (n étant le nombre d'étages mis sur le tapis de jeu…)

3. LA CARTE INTERFACE USB : Velleman VM110

Il est possible de se la procurer facilement sur des sites Internet comme GoTronic ou Conrad, pour un prix d'environ 60 €. (Il est possible de l'acheter moins cher, mais en kit à monter… Dans ce cas elle a la référence « K 8055 »)

http://www.conrad.fr/carte_interface_d_experimentation_usb_p_19247_19265_407528_259924

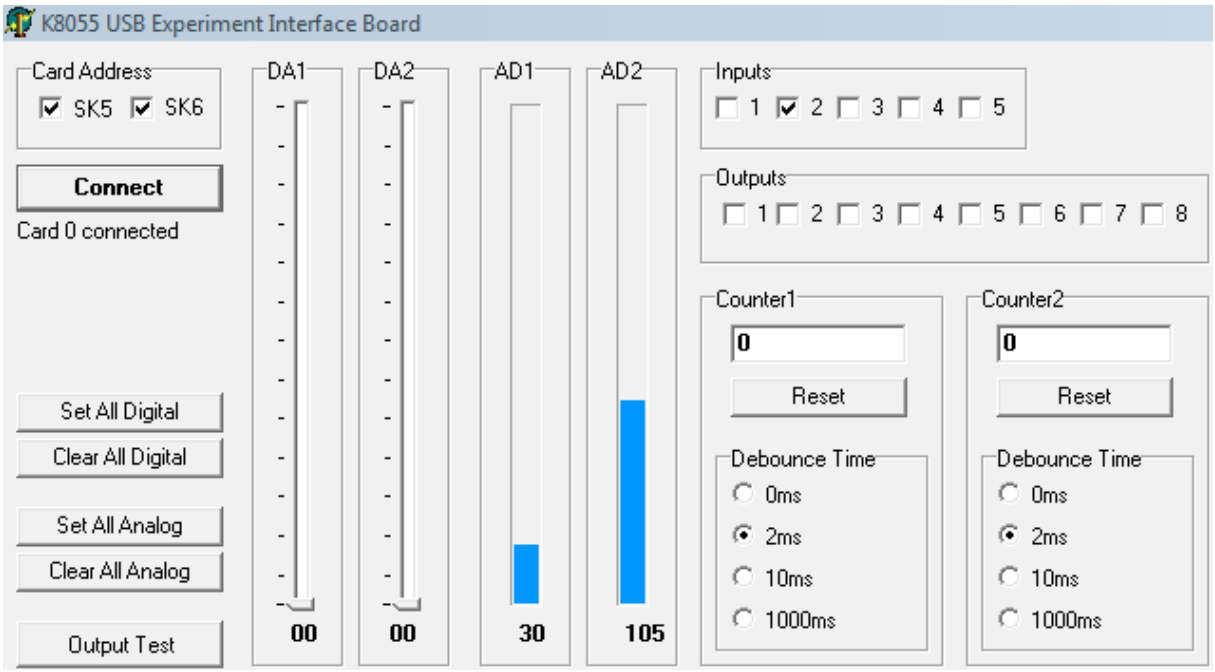
C'est sur le site de Dominique Bille que j'ai trouvé la première description, accompagnée des instructions Logo :



Ce qui va m'intéresser plus spécialement, ce sont bien sûr, les sorties logiques pour commander les 3 moteurs du robot, et les 2 entrées analogiques qui vont permettre de tester les valeurs rendues par les 2 potentiomètres couplés au moteur. (Voir chapitre : description du robot, plus loin.)

Quand j'ai reçu cette carte, j'étais impatient de la tester. Aucun problème : elle est livrée avec un mini-CD comprenant un logiciel de tests qui s'avérera bien utile par la suite.

Voici une image de l'écran de tests :



Sur cet écran de capture, on constate :

- ✓ Elle est connectée et porte le numéro 0 (on peut brancher 4 cartes sur le PC)
- ✓ 2 cavaliers (SK5 et SK6) sont présents (pour déterminer le n° de la carte ou des cartes)
- ✓ AD1 et AD2 indiquent des valeurs entre 0 et 255 : il s'agit des valeurs renvoyées par les 2 potentiomètres du robot à l'instant "t" aux 2 entrées analogiques A1 et A2.
- ✓ La case 2 des entrées logiques est cochée : c'est l'état d'un interrupteur fermé présent sur le robot à ce moment…

En cliquant sur l'une des sorties logiques, en supposant le système opérationnel, on peut mettre en route un moteur. Un nouveau clic l'arrête…

Pour les autre fonctions, je vous renvoie au mode d'emploi livré avec la carte VM110 ou téléchargeable sur le site de Velleman.

Donc la première étape fut cette réception de cette carte et fort (ou plutôt faible…) de mes expériences antérieures, j'essayais tout de suite de brancher un moteur ou une petite ampoule 5 volts…

Rien !

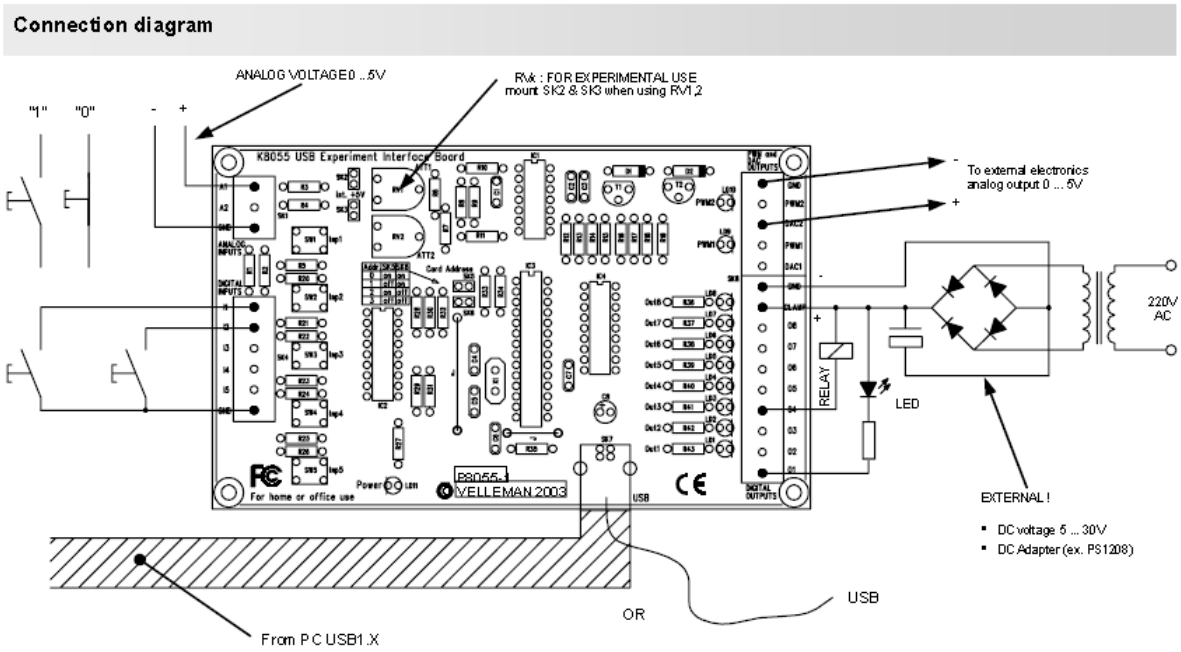
Les 8 sorties logiques de cette carte ne produisent rien… Ou plutôt, si : un petit courant de quelques volts, mais bien incapable de produire un effet sur les extensions que je souhaitais faire fonctionner… Alors que mes précédentes cartes, dont celles de Fischer Technik, étaient opérationnelles immédiatement.

Très perplexe, j'ai donc contacté Dominique Bille et Jean-Louis Barbedette qui m'ont donné une partie de la solution.

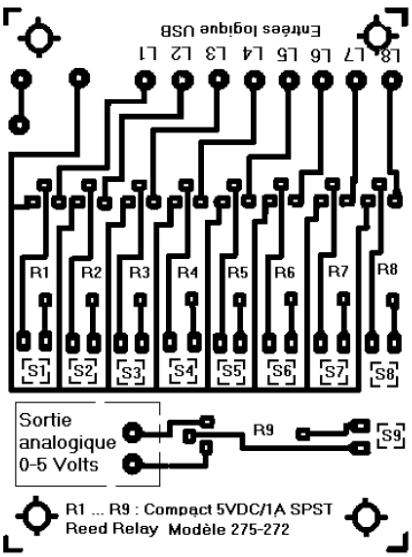
.31. Les extensions nécessaires à la VM110

3.1.1. Le circuit de puissance

Comme l'indique le schéma de connection de la VM110, il faut lui adjoindre un circuit externe, permettant d'alimenter les objets que l'on veut piloter.



Le site de Dominique Bille donne une solution, en utilisant des relais.

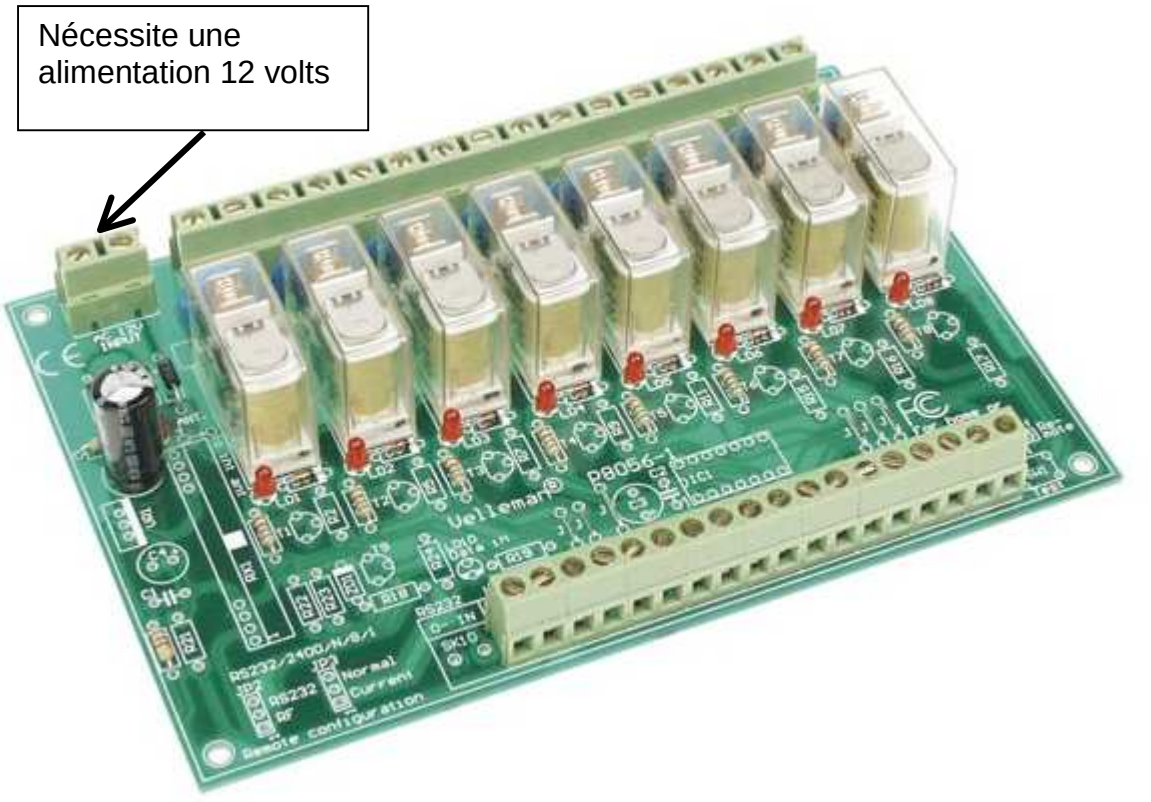


Voici le typon proposé par DOMINIQUE, imprimable et à l'échelle, au format PDF, sur son site.

Les références des relais et les possibilités de se les procurer y sont indiquées.

J'aurais pu m'en inspirer, mais j'ai été attiré par une proposition équivalente (mais plus chère) proposée par le constructeur belge Velleman : une carte à relais, compatible avec la WM110 : référence de cette carte à relais : VM129

3.1.2. La carte à relais VM129



Description issue du site Velleman :
http://www.conrad.fr/carte_relais_8_canaux_telecommandee_k_8056_p_19247_19261_117898_117899

« Le but de cette carte est de convertir des sorties ou contacts électroniques en contacts relais. Ceci résulte en une division bien pratique entre la charge et le circuit d'alimentation.

Idéal en combinaison avec notre carte interface pour ordinateur VM110 ou récepteur infrarouge VM122. La carte est équipée de connecteurs d'entrée et de sortie de qualité supérieure »

Le branchement avec l'interface VM110 est très facile : 8 entrées et 1 masse, et 16 plots de sorties….

Mais là encore, il faut bien comprendre qu'il n'est pas possible d'alimenter quelque périphérique moteur ou ampoule que ce soit.

C'est une carte à relais, donc on ne dispose en fait que de 8 interrupteurs, certes commandés par l'ordinateur via la VM110, mais seulement des interrupteurs… Pas de courant encore…

La suite se devine : comment se servir de ces 8 interrupteurs pour alimenter et commander des périphériques automatisés…

3.1.3. La carte d'alimentation

Celle-ci, je l'ai conçue et construite : matériel de soudure, multimètre testeur, plaque époxy, perchlorure de fer pour révéler le circuit imprimé, des connecteurs à souder ou de simples dominos…Le prix est dérisoire…

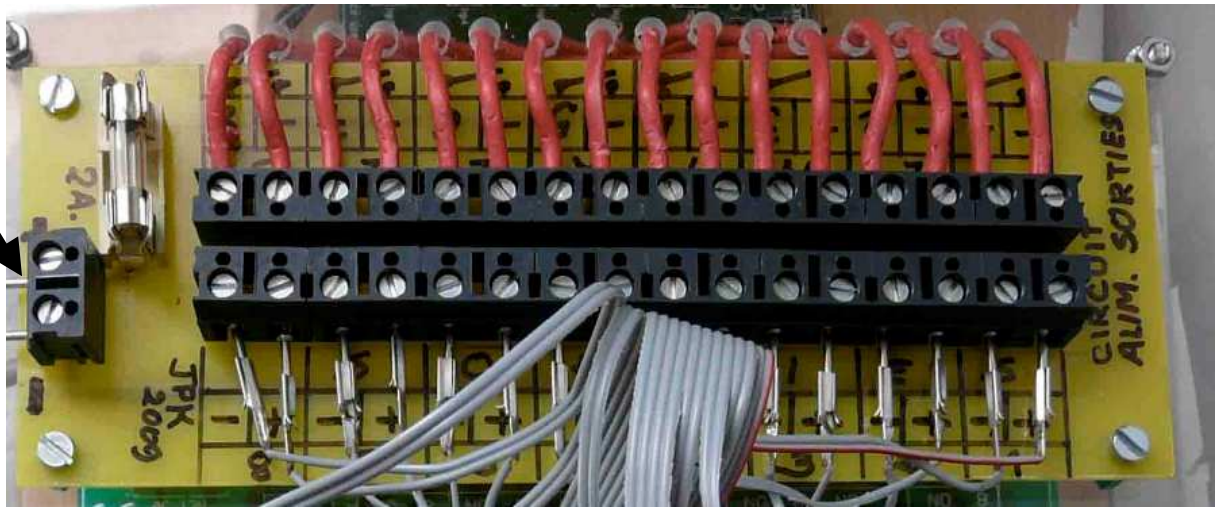
Voilà à quoi ressemble le bête !

Liaisons avec les 16 bornes des relais de la carte VM129 (ou K8056) Velleman

Alim Ext.

5 ou 12 v.

(maxi 30 v)



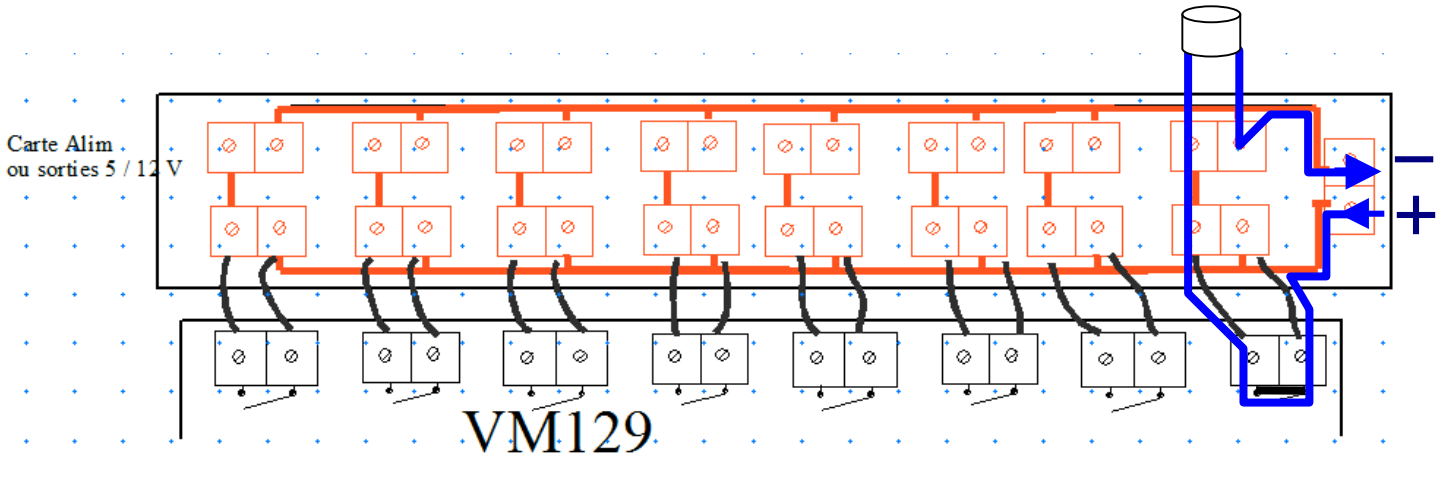
Désormais, on peut brancher 8 ampoules de vélo 5 v. et programmer un chenillard, par ex.

Le schéma ci-dessous montre la carte vue de dessus.

La VM129 est schématisée par 8 interrupteurs, correspondants aux 8 relais.

A partir de maintenant on obtient bien 8 sorties, alimentées en 5 ou 12 volts. Il est possible de faire fonctionner un chenillard avec 8 ampoules basse tension.

Un grand pas a été franchi ! L'ordinateur peut commander un petit système automatisé externe. (Pas encore un robot, car il ne capte pas d'informations de l'extérieur…)



3.1.4. La commande des moteurs

Un nouveau problème apparaît maintenant : comment commander des moteurs, sachant que pour inverser leur sens de rotation, il faut inverser les polarités…

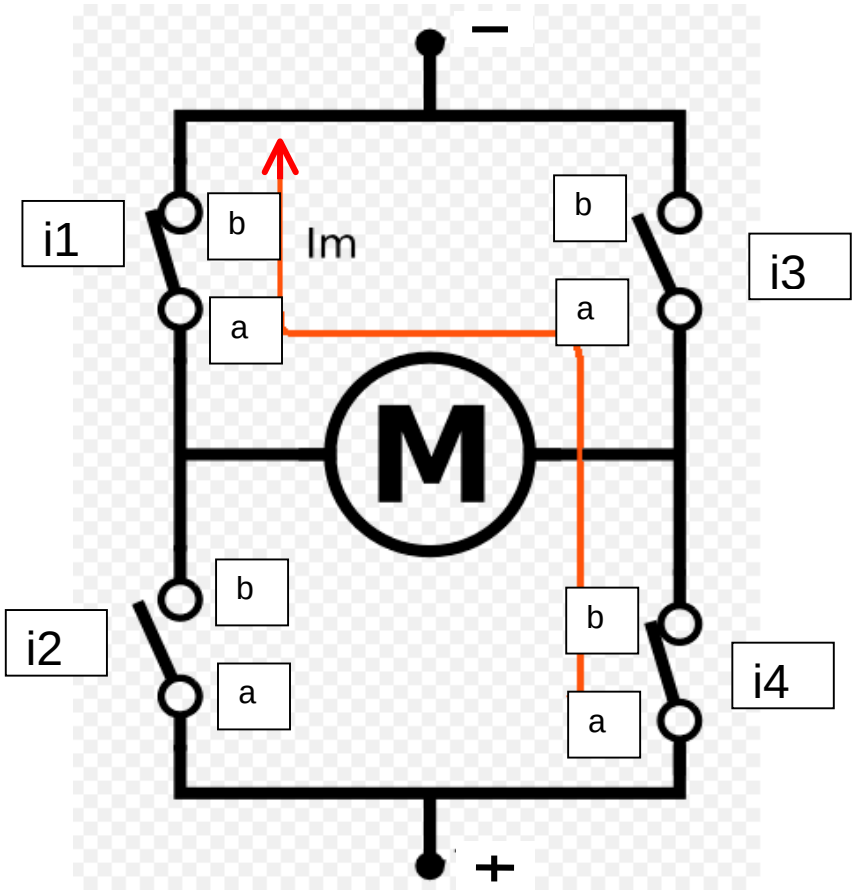
J'ai trouvé la solution sur Internet : par exemple :
http://fr.wikipedia.org/wiki/Pont_en_H

Il existe une multitude de solutions, avec de simples relais 1RT, des relais doubles-inverseurs, jusqu'à l'utilisation de composants électroniques plus ou moins sophistiqués…

Mes connaissances et mes compétences en ces domaines étant plus que limitées, j'ai opté pour la solution la plus facile à comprendre : le simple pont en H fait de 4 interrupteurs, en l'occurrence de 4 relais simples 1RT.

Certes, ce n'est pas la solution la plus élégante, ni la moins coûteuse : il me faut 4 relais par moteur, et donc pour utiliser les 8 sorties logiques, pour 4 moteurs, il faut utiliser 16 relais ! ! !

Le schéma de principe du pont en H est le suivant :



Les interrupteurs i1 et 14 doivent être fermés simultanément. Ainsi le courant passe dans le sens indiqué par la flèche rouge.

Les interrupteurs i2 et 13 doivent aussi être actionnés et fermés en même temps et on voit bien ainsi que la polarité est inversée aux bornes du moteur.

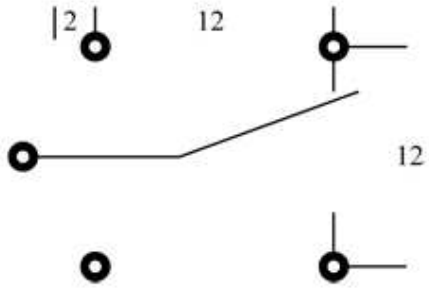
Seul problème : être bien synchronisé et ne pas actionner i1 et i2 en même temps sous peine de court-circuit !

Attention donc au moment de la programmation et de la mise au point du robot…

J'ai nommé les interrupteurs et les bornes pour faciliter le repérage des connections. Ainsi on saura que la borne [i1a] doit être connectée à une borne du moteur, et [i1b] à la borne – de l'alimentation…

Réf :
http://www.conrad.fr/petit_relais_pour_circuit_imprime_p_18925_19029_215863_215865

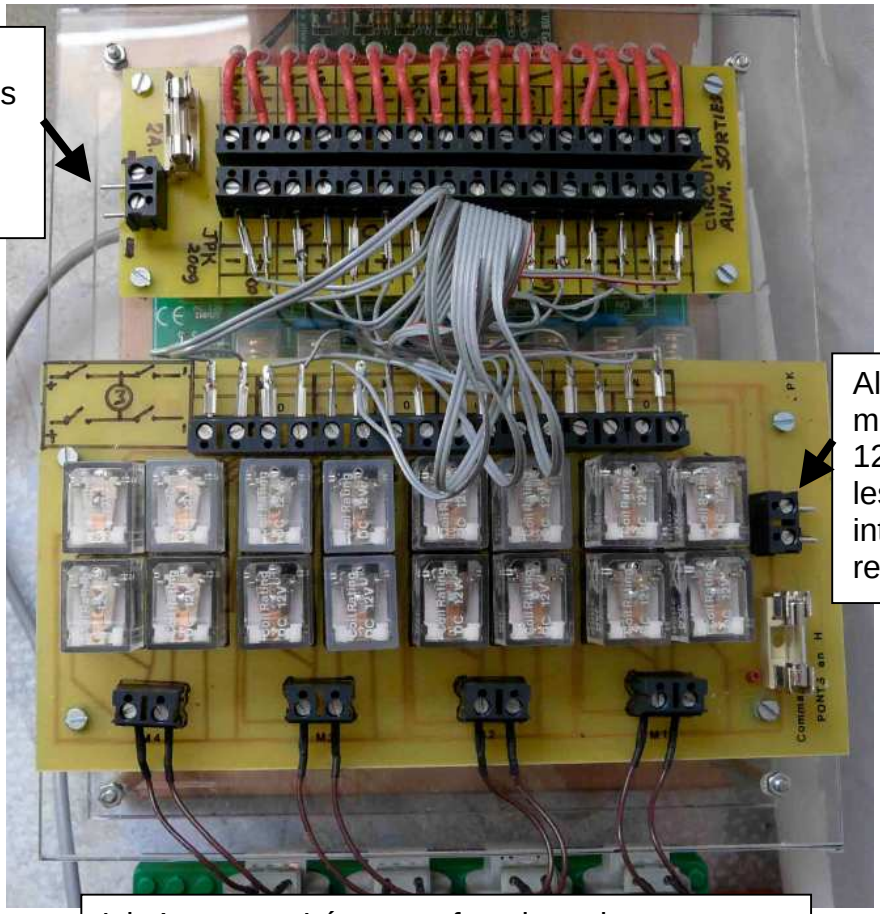
J'ai utilisé des relais 1RT, achetés sur le site de Conrad, référence : 50 42 38 – 71 12 v.



Monostables. Pour circuit imprimé. Contact 1 RT. Courant de coupure maxi 2,5 A~/5 A=. Tension de coupure maxi 250 V~/60 V=. Puissance de coupure 600 VA/120 W. Dim : 21 x 16 x 17,5 mm.
Il m'a fallu ensuite créer le schéma de branchement et d'implantation sur un circuit imprimé.

Voici une image du circuit terminé :

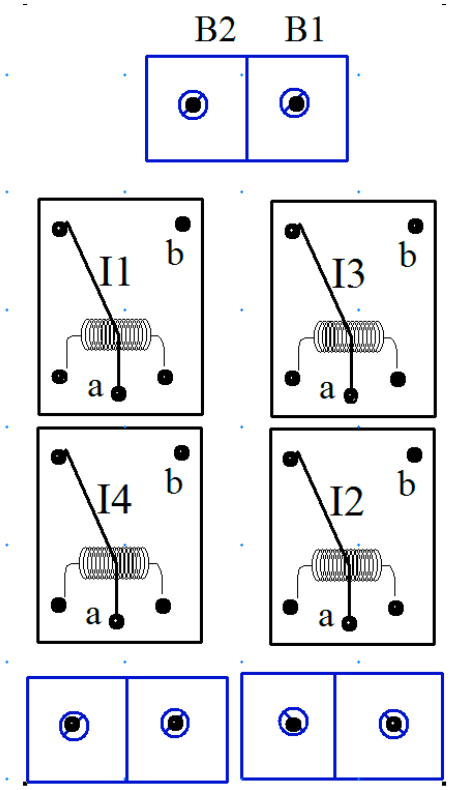
Alimentation des bobines des relais 12 v. via la carte d'alimentation…



Alimentation des moteurs 5 v. (ou 12 v….selon..) via les lamelles interrupteurs des relais

Ici, 4 moteurs Légo sont fonctionnels, en marche avant ou arrière… pour essais.

3.1.5. L'implantation et le branchement des relais pour 1 moteur



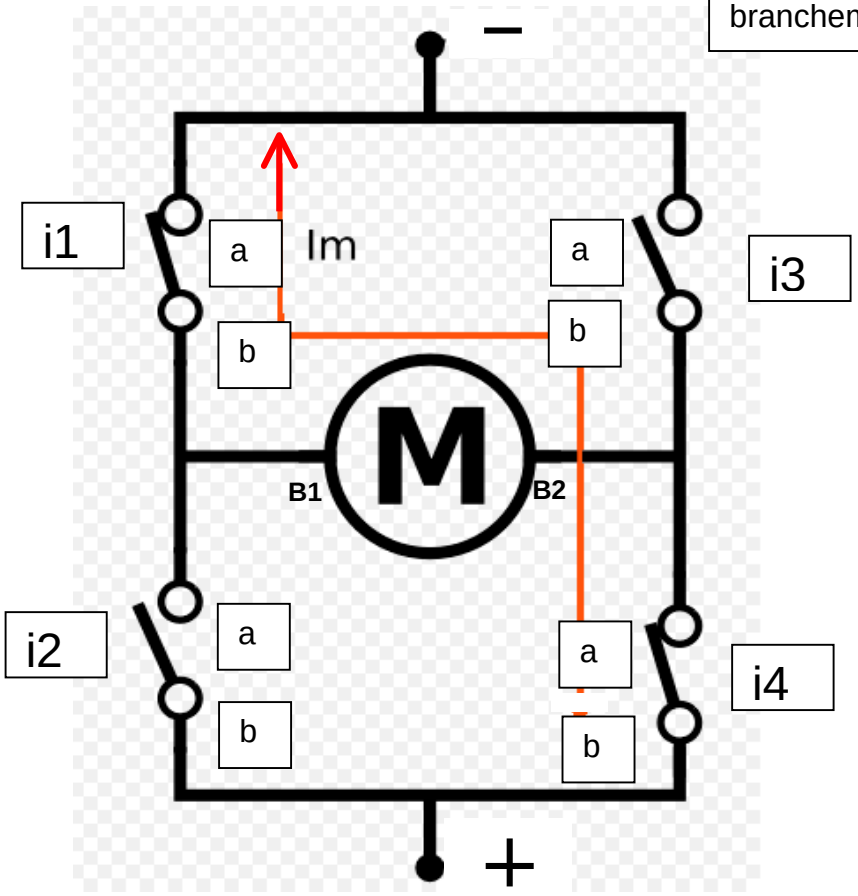
Le pont en H pour 1 moteur nécessite 4 relais 1 RT (1 contact Repos-Travail).

Voici l'implantation que j'ai prévue. I1 et I4 fonctionneront simultanément. De même, I3 et I2. Il suffira de brancher leurs bobines en parallèle avec les sorties de la carte d'alimentation 12 volts décrite plus haut.

Le problème est de bien repérer les bornes des lames des relais pour savoir comment les connecter aux bornes du moteur, B1 et B2.

L'astuce que j'ai trouvée est de nommer ces bornes, a et b…

Le schéma et le tableau ci-dessous donnent les solutions de branchements.

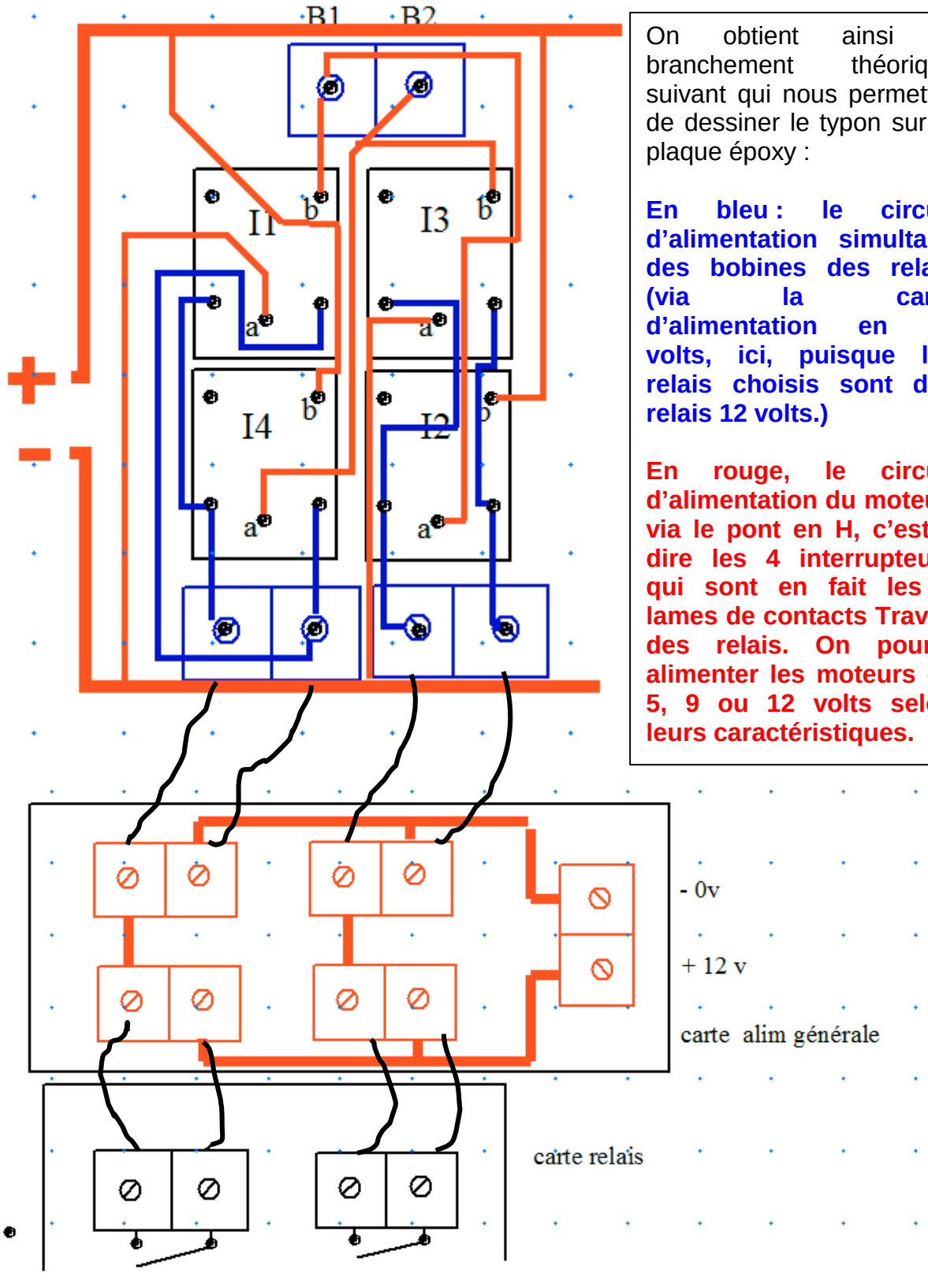


BRANCHEMENTS
des bornes

couple i1 et i4	
i1b	B1
i4a	B2
i1a	-
i4b	+

couple i2 et i3	
i2a	B1
i3b	B2
i2b	+
i3a	-

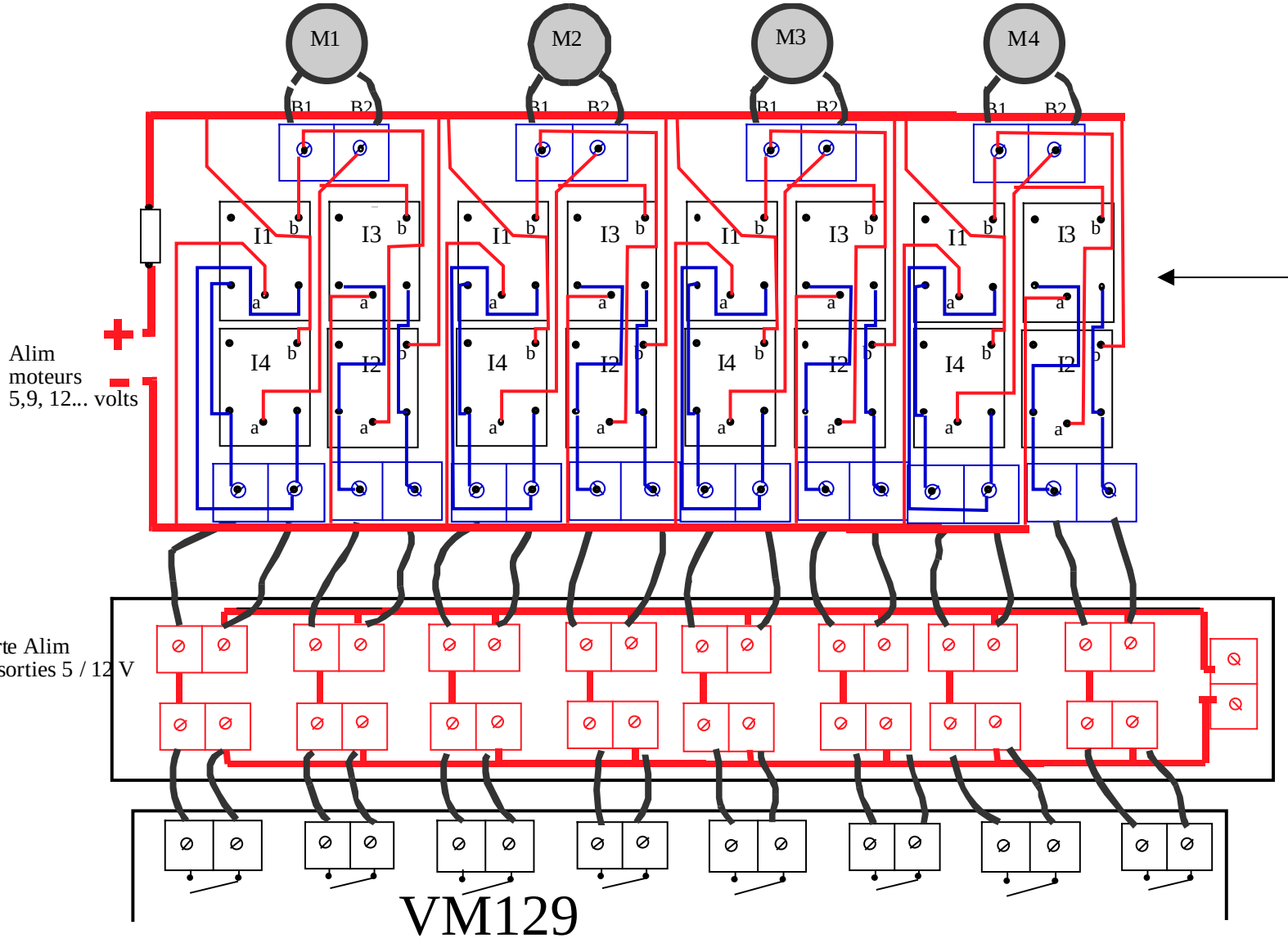
Voici une proposition que j'ai adoptée : il est possible de suivre théoriquement le « chemin du courant » en partant du + pour aller au -…



On obtient ainsi le branchement théorique suivant qui nous permettra de dessiner le typon sur la plaque époxy :

En bleu : le circuit d'alimentation simultané des bobines des relais (via la carte d'alimentation en 12 volts, ici, puisque les relais choisis sont des relais 12 volts.)

En rouge, le circuit d'alimentation du moteur, via le pont en H, c'est à dire les 4 interrupteurs qui sont en fait les 4 lames de contacts Travail des relais. On pourra alimenter les moteurs en 5, 9 ou 12 volts selon leurs caractéristiques.

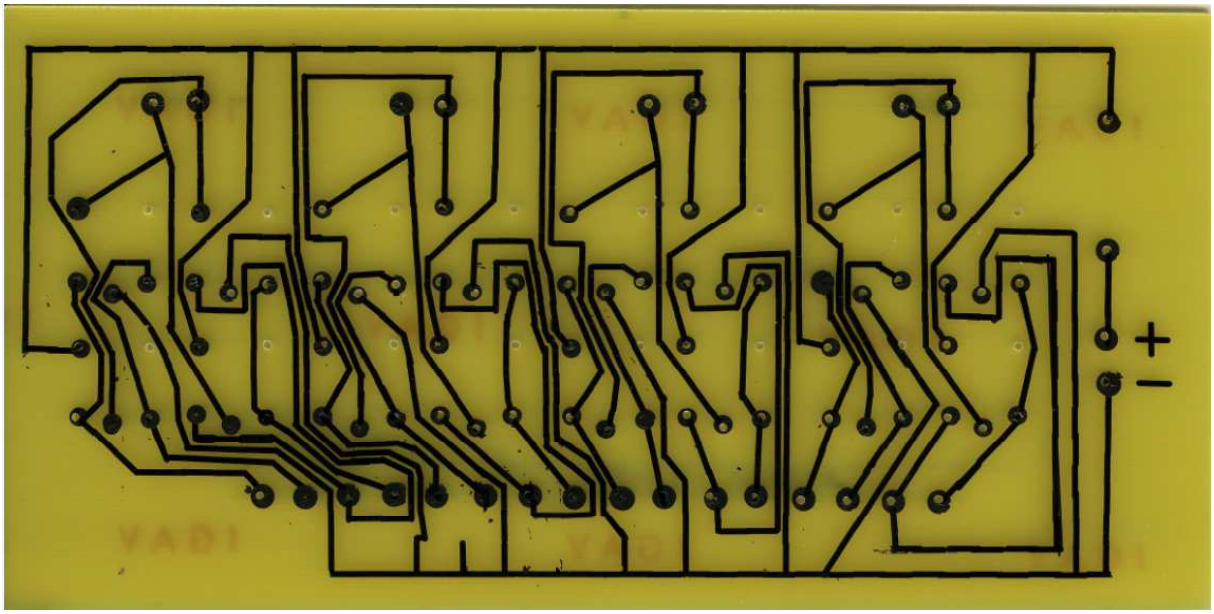


EN BLEU :
Alimentation des bobines des relais, par couple.

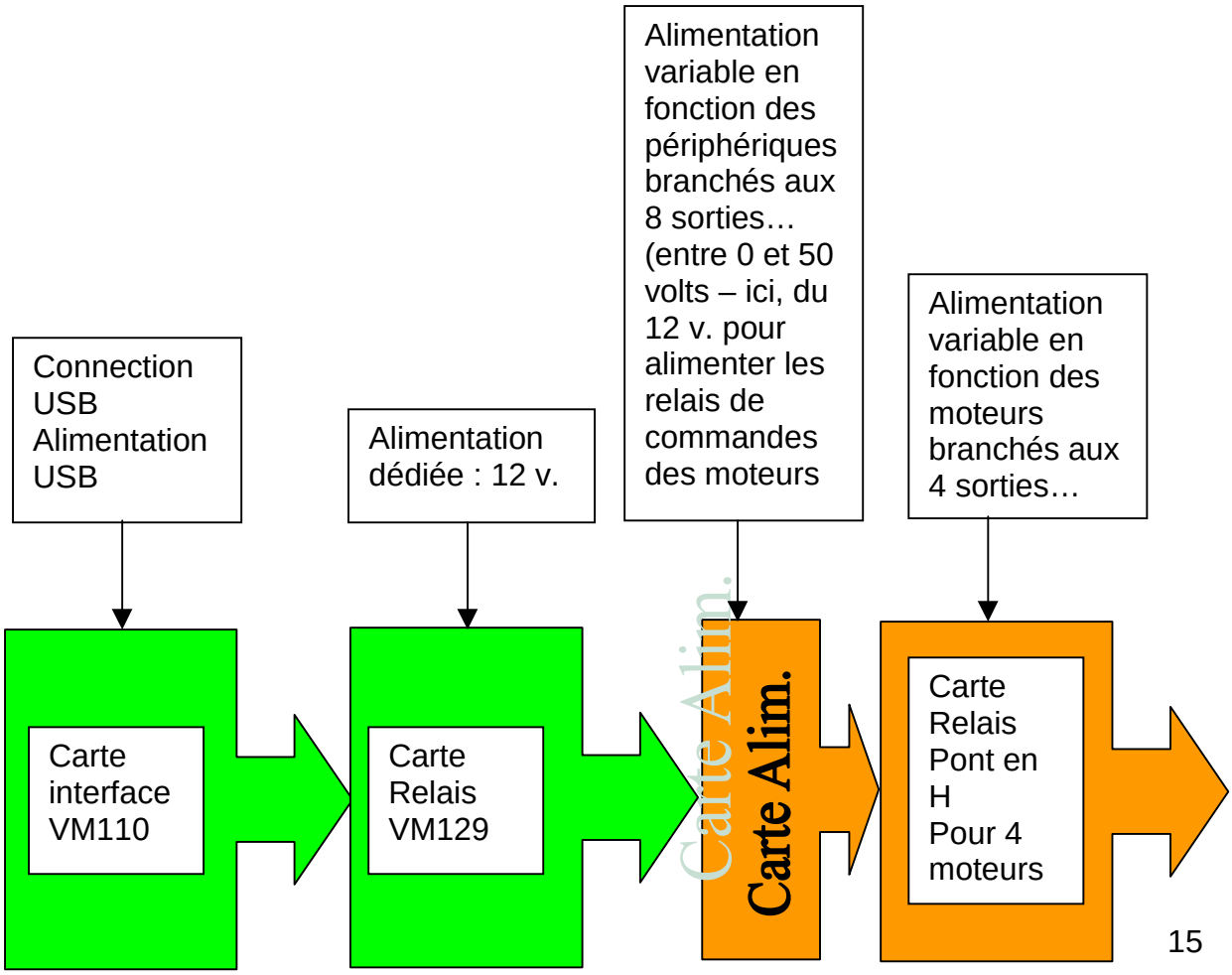
EN ROUGE:
Circuit de sorties des polarités vers les moteurs..

A partir de ce schéma de principe, vu par-dessus, côté implantation des relais, j'ai réalisé le typon pour graver le circuit imprimé, dont voici une photo. (malheureusement, pas à l'échelle) : Utilisation d'un calque pour ne pas faire d'erreurs lors du retournement, vue par dessous…

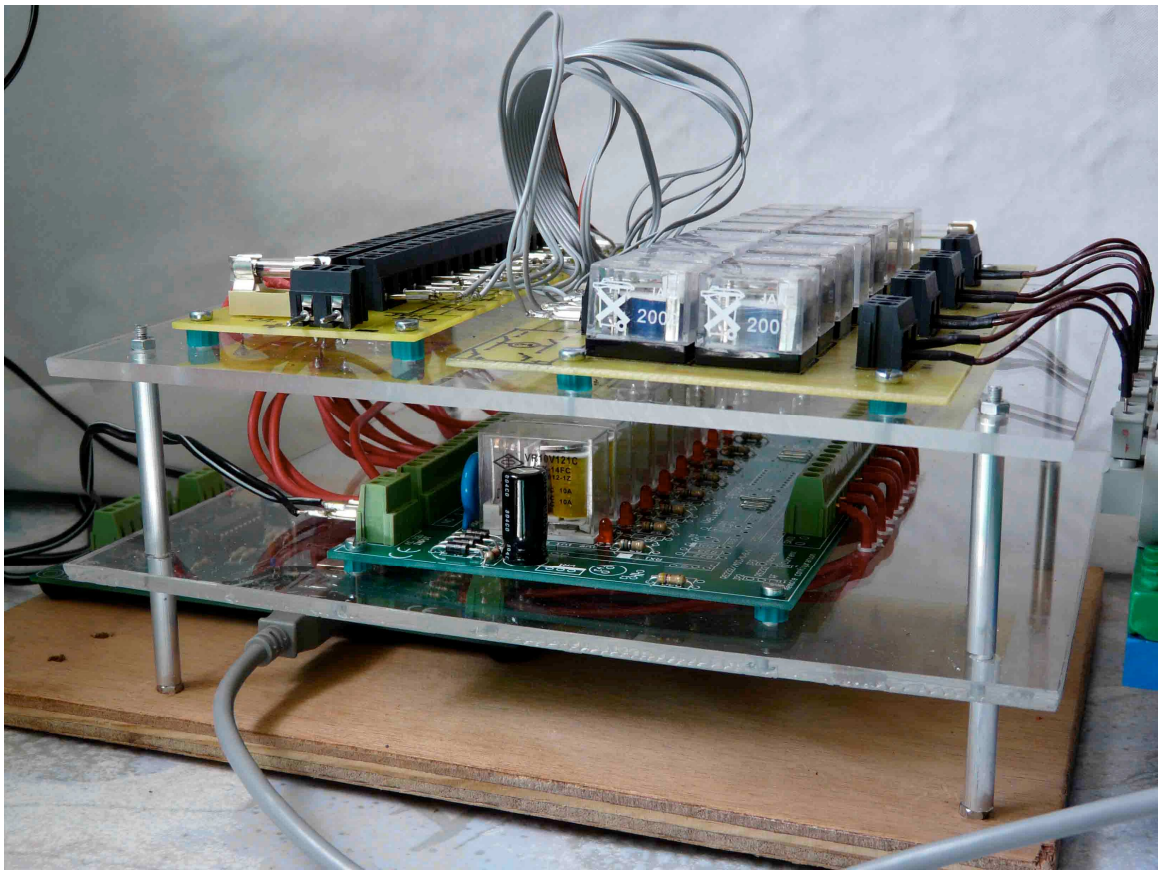
J'ai ménagé sur le circuit + l'emplacement d'un porte-fusible, que l'on peut voir sur la photo plus haut.



Pour résumer, les éléments de l'interface complète se présentent ainsi, en ce qui concerne les 8 sorties logiques :


Connection USB Alimentation USB
Alimentation dédiée : 12 v.
Alimentation variable en fonction des périphériques branchés aux 8 sorties… (entre 0 et 50 volts – ici, du 12 v. pour alimenter les relais de commandes des moteurs
Alimentation variable en fonction des moteurs branchés aux 4 sorties…
Carte interface VM110
Carte Relais VM129
Carte Alim.
Carte Alim.
Carte Relais Pont en H Pour 4 moteurs

Pour des raisons de gain de place, j'ai choisi d'assembler ces 4 modules en étages, façon « mille-feuilles » et voilà à quoi ressemble l'interface complète :



J'ai juste ménagé un espace à l'arrière pour avoir accès aux connecteurs des entrées de la VM110.

3.1.6. Conclusions

Nous voici en possession d'une interface capable de commander des ampoules 5 volts ou des moteurs (Légo : 5 volts, Fisher Technik : 10 volts) en mode automatique. Ce n'est pas encore un robot, car le système est incapable de réagir à l'environnement extérieur.

Pour cela, il faut maintenant s'occuper des entrées.

.32. Les entrées

La carteVM110 de chez Velleman possède 5 entrées logiques et 2 entrées analogiques. (Voir schéma de connections page 7)

3.2.1. Les entrées logiques :

Rien de plus simple. Elles sont fonctionnelles immédiatement par un simple interrupteur. (bouton poussoir, I.L.S. ou autre, avec une réponse binaire : 0 ou 1, VRAI ou FAUX…)

3.2.2. Les entées analogiques :

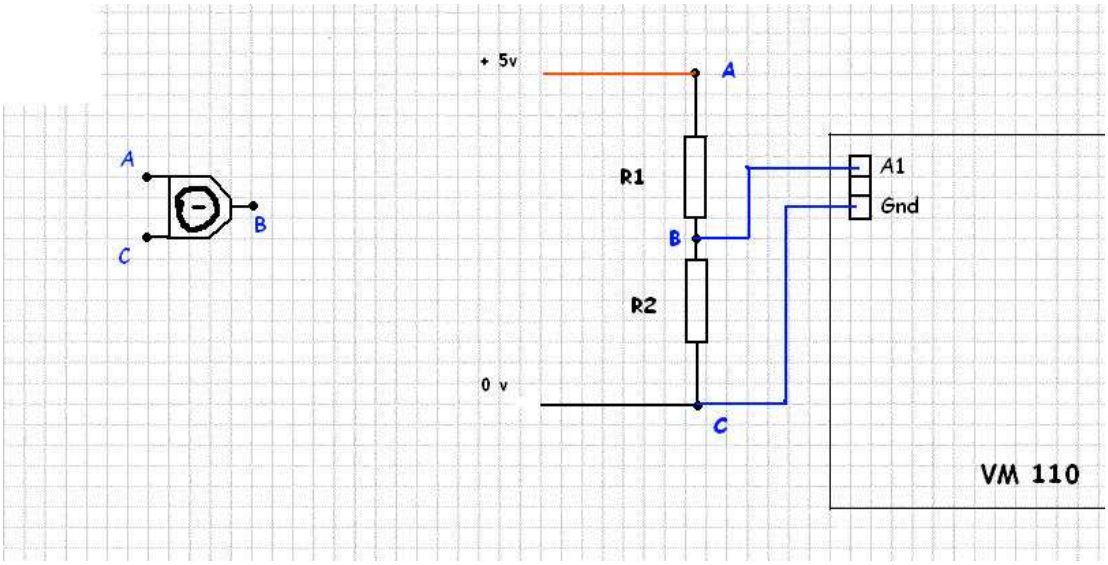
Elles rendent une valeur entre 0 et 255. Leurs réactions sont directement observables via le logiciel de test livré avec la carte et l'action sur les potentiomètres RV1 ou RV2 (ATTN1 et ATTN2), à condition que les cavaliers SK2 et SK3 soient en place. (voir la page 7 et le livret mode d'emploi de la VM110)

Pour que ces entrées analogiques réagissent à des informations venant de l'extérieur (des potentiomètres par exemple…), il faudra enlever ces 2 cavaliers et jouer sur les potentiomètres internes RV1 et RV2.

3.2.3. Le branchement des potentiomètres du robot

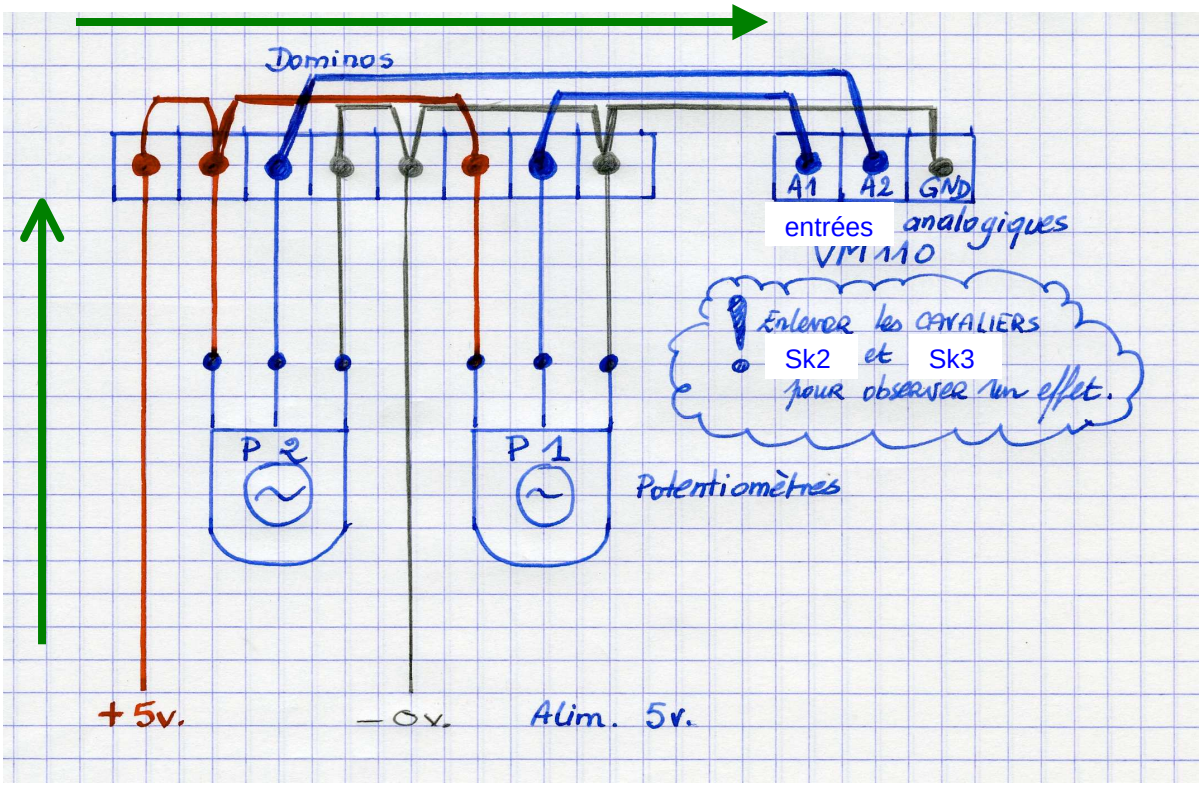
Le robot Fisher Technik comporte 2 potentiomètres de 4,7 kΩ, alimentés en 5 volts qui ont chacun 3 bornes.

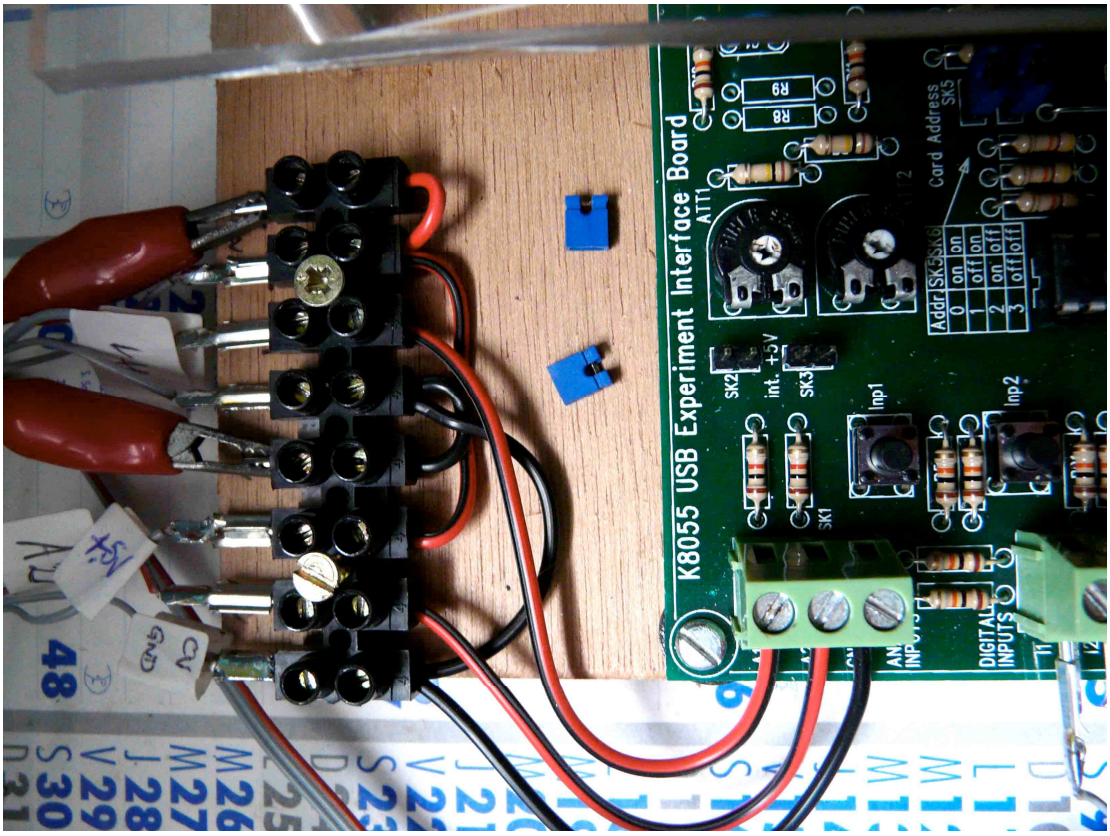
C'est Jean-Louis Barbedette qui m'a donné la solution des branchements à partir du schéma de principe d'un pont résistif :



Ce schéma théorique donne la solution. Mais les entrées analogiques de la VM110 ne comportent que 3 bornes (A1, A2 et GND) et il me faut 8 bornes pour connecter : 2 x 3 bornes des potentiomètres + 2 bornes pour l'alimentation 5 v.

La solution que j'ai adoptée est de fabriquer des bornes de dérivations à l'aide de dominos :





4. LE ROBOT FISCHER TECHNIK

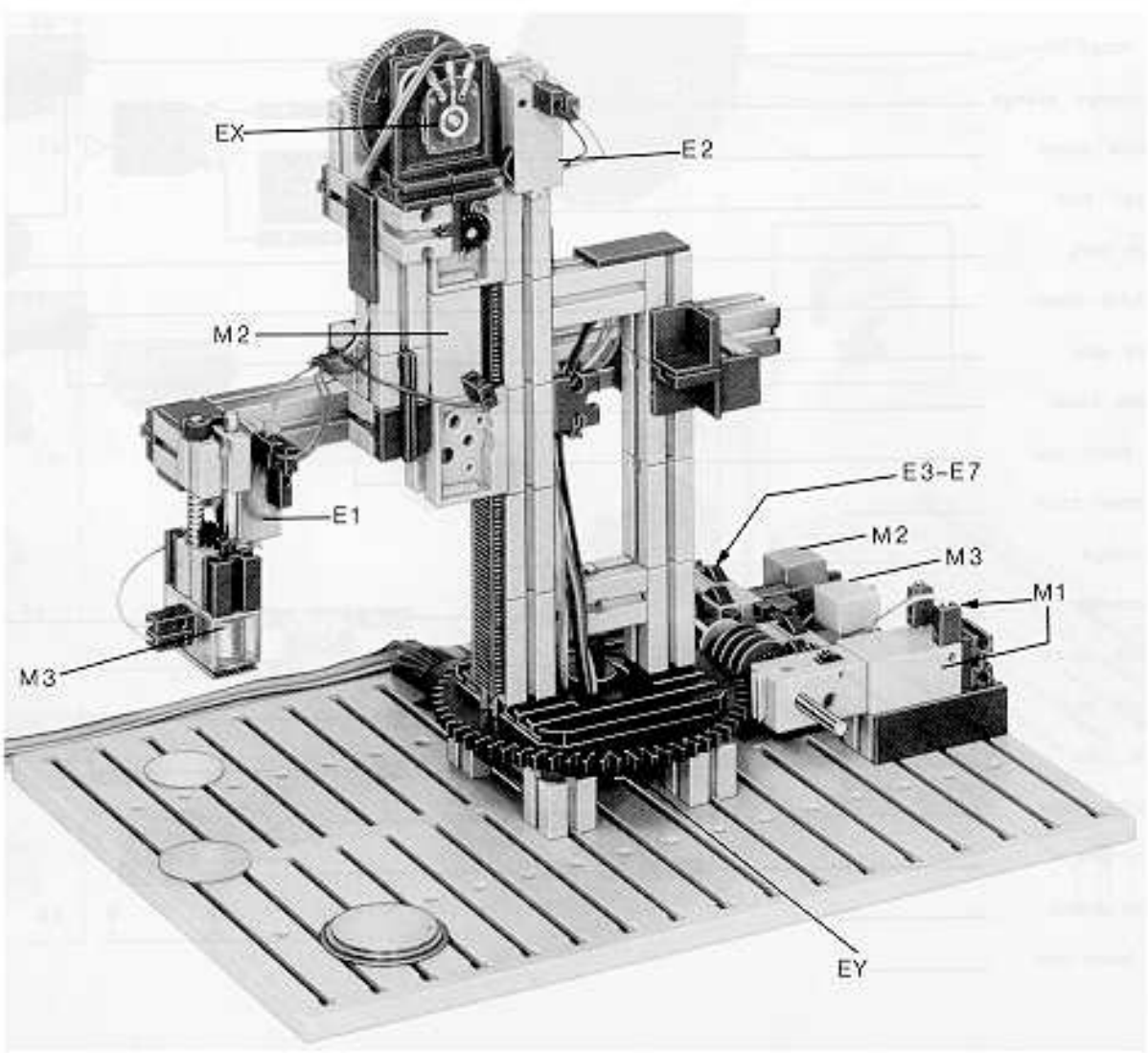
Nous maîtrisons maintenant l'interface, avec ses sorties logiques, ses entrées logiques et ses entrées analogiques.

Intéressons-nous au robot lui-même, vieille machine acquise dans les années 1990, plus commercialisée actuellement.

.41. Description

Jean-Louis Barbedette a retrouvé un site Internet qui me servira de support : http://www.esiee.fr/infoweb/labos/Kits/ManFischer10.html

La Tour de Hanoi.



Ce robot peut tourner autour de son axe vertical a l'aide du **moteur M1** et monter et descendre son bras à l'aide du **moteur M2**. Ces 2 moteurs sont couplés avec des engrenages pour réduire la vitesse. Grâce à un **électro-aimant M3** en guise de main, il peut recueillir des disques qui sont placés devant lui en arc de cercle et les déposer à un autre endroit. Le processus de mouvements pour ce robot repose sur un sport cérébral ancien : les Tours de Hanoï.

EX et **EY** sont des **potentiomètres** qui tournent en même temps que les déplacements.

L'axe de EX est solidaire d'une roue dentée qui est elle-même solidaire d'une crémaillère que l'on aperçoit le long de l'axe vertical, vers l'avant.

L'axe de EY est solidaire de la plate-forme tournante qui permet le pivotement du robot.

Ces deux potentiomètres ont un rôle important, puisqu'ils rendent, via les 2 entrées analogiques, des valeurs comprises entre 0 et 255 qui seront exploitées dans la programmation..

EY donnera des valeurs qui seront prises en compte dans la programmation pour déterminer les positions A, B ou C, représentant les 3 plots de la Tour de Hanoï,

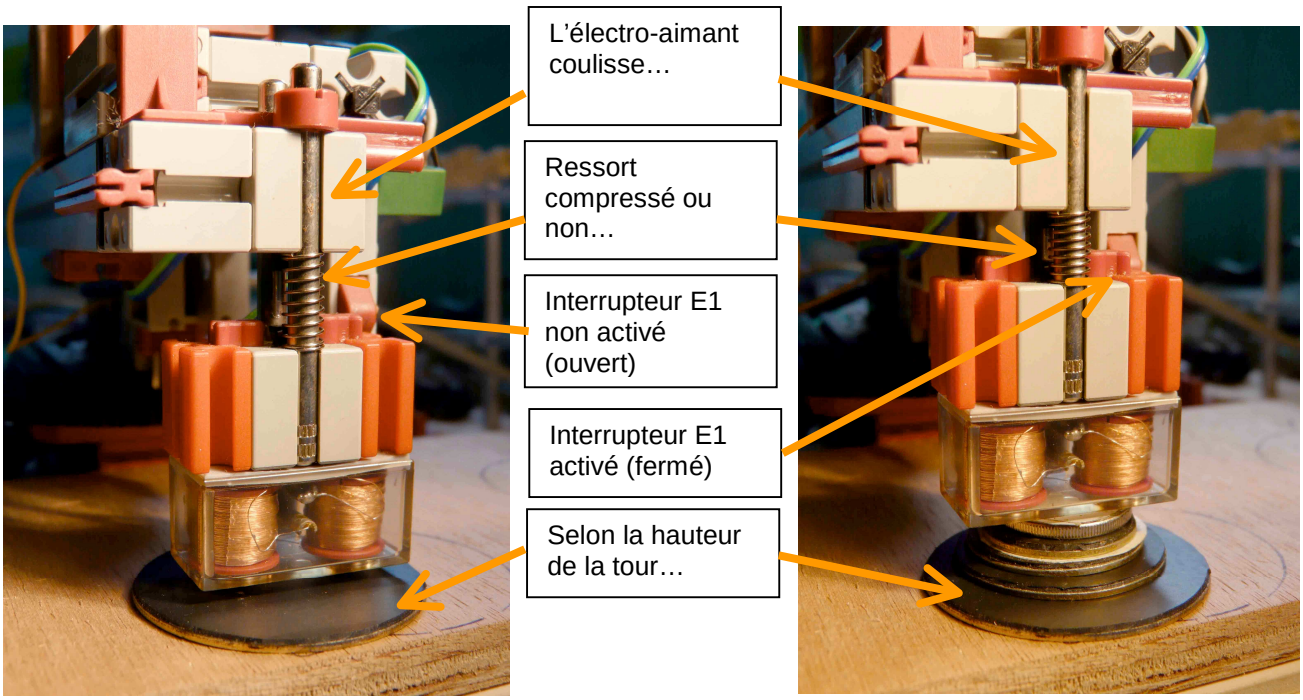
EX donnera des valeurs qui seront prises en compte pour l'arrêt du moteur en bas ou en haut de l'axe vertical.

Nous verrons plus loin qu'il est très important de déterminer les valeurs extrêmes acceptables avant de commencer la programmation.

E1 et **E2** sont de simples interrupteurs poussoirs, placés par sécurité.

E2 est placé en haut de l'axe vertical pour palier une défaillance du potentiomètre. Ainsi, grâce à un test d'entrée (0 ou 1 – VRAI ou FAUX), le moteur sera arrêté en haut de course et ne risquera pas de tirer sur les fils, au risque de tout casser.

E1 est placé judicieusement en haut de course de l'électro-aimant. (Celui-ci coulisse grâce à 2 axes et un ressort permet l'amortissement en bas de course, quand le bras baisse.) Ainsi, selon la hauteur de la tour (le nombre de disques empilés), le moteur ne forcera pas en bas de course, au risque de faire patiner les engrenages du réducteur de vitesse.


L'électro-aimant coulisse…
Ressort compressé ou non…
Interrupteur E1 non activé (ouvert)
Interrupteur E1 activé (fermé)
Selon la hauteur de la tour…

Ces indications sur la configuration du robot pourraient permettre à quelques experts en mécanique d'en fabriquer un sur le même principe…

Au niveau du matériel, à part les 2 moteurs et leurs réducteurs, l'électro-aimant coulissant, les potentiomètres, les interrupteurs poussoirs (peut-être des ILS et aimants ? ? ?), il faudrait prévoir la crémaillère, la vis sans fin et quelques roues dentées…

Le plus délicat sera de fabriquer le châssis, et d'y fixer tous ces éléments…

(A noter : les interrupteurs E3-E7 n'ont pas été placé sur ma maquette. Peut-être devaient-ils servir d'interrupteurs d'arrêt d'urgence ?)

3 ampoules (non nécessaires) sont branchées en parallèle avec les 3 moteurs. Elles s'allument en même temps que chaque moteur travaille.

.42. Précautions nécessaires avant la programmation

4.2.1. La reconnaissance des sorties et de leurs effets

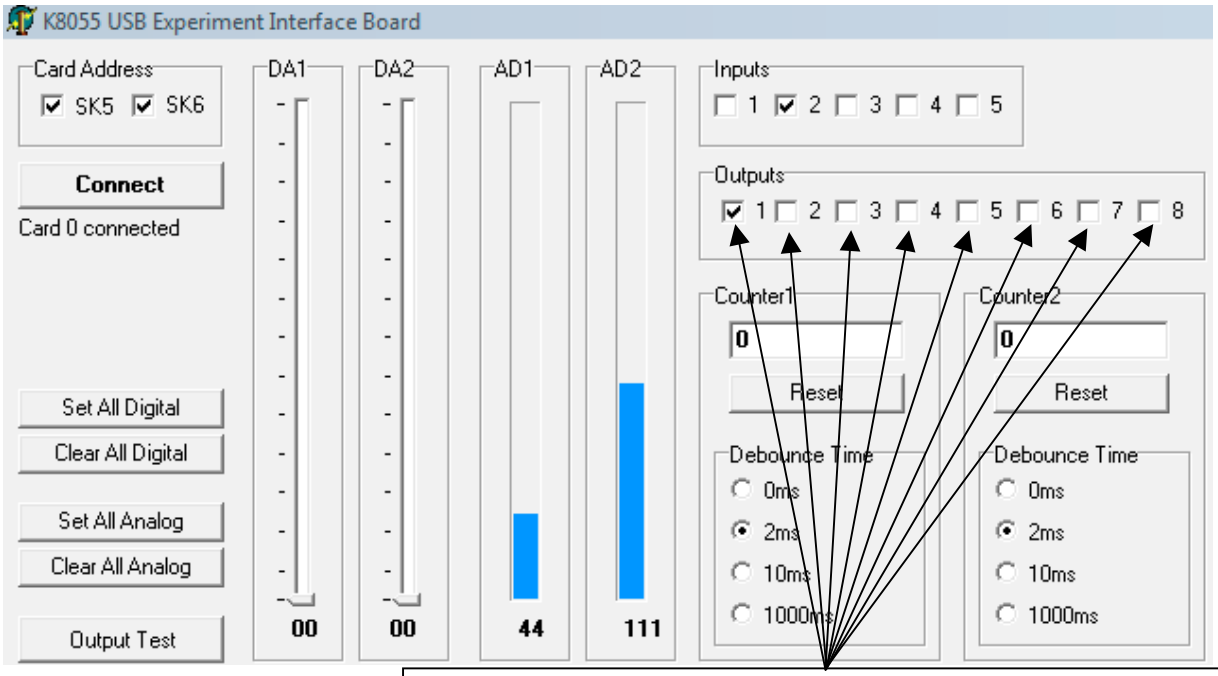
On va brancher maintenant le robot à l'interface. En ce qui concerne les sorties logiques reliées aux 2 moteurs et à l'électro-aimant, il convient de bien repérer chacune d'elles en fonction de l'action des moteurs.

Les sorties 1 et 2 étant reliées par exemple à M1 qui fait tourner l'axe du robot, **il convient de noter dans quel sens tourne cet axe en fonction de l'activation de la sortie 1 ou 2…** Ainsi on pourra programmer en logo OUVRECANAL 1 ou OUVRECANAL 2, selon le sens de rotation souhaité.

De même pour les sorties 3 et 4, en supposant qu'elles activent le moteur qui fait descendre ou monter le bras : laquelle de ces sorties fait monter, laquelle fait descendre ?

A cette occasion, le programme de test livré avec la VM110 s'avère très utile.

Il suffira de connecter la carte et d'activer très brièvement grâce à un clic, puis un autre, chacune des sorties.



Un clic bref sur chacune de ces sorties logiques déterminera une action des moteurs selon vos propres branchements : tourne à gauche ou à droite, descend ou monte, prends ou lâche…. (Pour l'électro-aimant…)

Pour ma part, suivant ma propre configuration, je sais que la sortie 1 fait tourner le système à droite et que la sortie 2 fait tourner le système à gauche…

Mais attention : cette programmation, sans les tests des potentiomètres, peut être dangereuse pour la santé du robot… Si on ne sait pas arrêter la sortie à temps, le robot peut tourner plusieurs fois sur lui-même et arracher les fils par exemple en les entortillant…

```
POUR T-D
OUVRECANAL 1
FIN

POUR T-G
OUVRECANAL 2
FIN
```

La sécurité possible serait les commandes suivantes en mode direct :

```
T-G ATTENDS 0,5 FERMACANAL 2 // on fait tourner juste un petit peu puis on arrête//
```
ou
```
T-D ATTENDS 0,5 FERMACANAL 1
```

Ainsi, le robot bougerait juste un peu, et s'arrêterait, le temps pour noter l'effet…

4.2.2. La reconnaissance des positions extrêmes

C'est le travail des potentiomètres et des entrées analogiques (expliqué plus haut…)

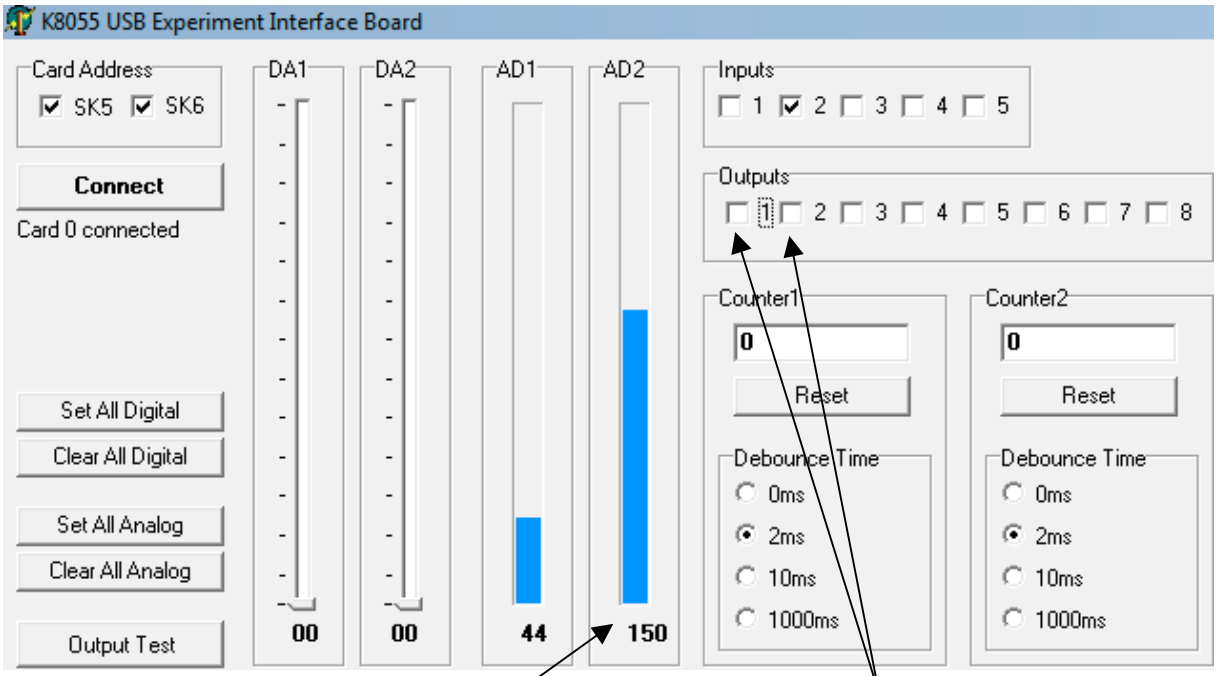
Pour EY, et selon votre propre branchement (entrée A1 ou A2, position du potentiomètre…) les valeurs seront propres à chaque système.

C'est pourquoi je recommande de bien répérer les valeurs extrêmes, celles qui ne doivent pas être dépassées pour ne pas mettre à rude épreuve le système mécanique et ses engrenages…

Là encore, le programme de test va être utile, en observant les valeurs comprises entre 0 et 255 rendues par AD1 ou AD2.

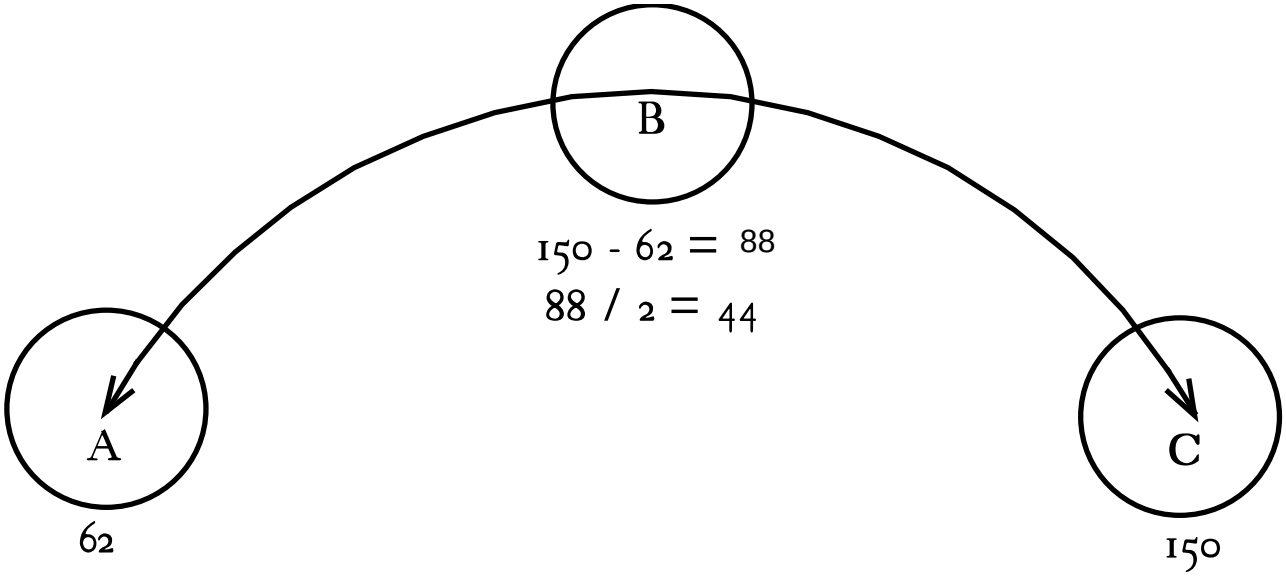
Supposons la détermination des valeurs extrêmes de l'axe de rotation pour arrêter le moteur aux positions A, B et C…

Activez les sorties 1 ou 2 par petites touches pour positionner le bras en A puis en C. Notez les valeurs rendues par AD1 ou AD2 selon votre branchement.



Observez la valeur dans AD1 ou AD2

Activez le moteur par les sorties 1 ou 2…



En supposant que vous ayez trouvé 150 pour la position C et 62 pour la position A, vous pouvez trouver la position intermédiaire B par calcul ou grâce à la lecture de la valeur rendue par l'un des potentiomètres.

Il conviendra de procéder de la même façon, par tâtonnements, pour déterminer les valeurs extrêmes du bras vertical, sur l'autre potentiomètre. Ainsi, le moteur s'arrêtera juste avant de toucher le socle, et ne forcera pas les engrenages solidaires de la crémaillère verticale.

5. LA PROGRAMMATION LOGO

.51. La programmation des déplacements A, B et C

Je renvoie le lecteur à la page 5, où il trouvera les instructions Logo relatives aux commandes de la carte VM110.

En outre, l'interface LogoPlus développée par Dominique Bille offre un catalogue des primitives du langage, avec leur description.

Tout d'abord : des petites procédures de tests des entrées qui peuvent être utiles, sans passer par le logiciel de tests décrit précédemment :

```
POUR cpt
ECL  TOPS? 1
cpt
fin

POUR ESS
INIT_COMPTEUR 1
ECL TOPS? 1
FIN

POUR sorties_analogiques
EC CANAL? 1 // ou CANAL ? 2//
ATTENDS 0,2
efftxt
sorties_analogiques
fin

POUR TEST-PRENDS
EC OUVERT? 1 // ou une valeur entre 1 et 5 selon le branchement//
ATTENDS 0,2
efftxt
TEST-PRENDS
FIN
```

Puis les procédures pour les points A, B et C :

```
// Procédures pour les 3 positions des plots A, B, C //

POUR T-D
OUVRECANAL 1 //en fonction de votre configuration : OUVRECANAL 1 ou 2, ou même 3 ou 4…)//
FIN

POUR T-G
OUVRECANAL 2
FIN

POUR INI //procédure dont on peut se passer, mais qui peut être utile//
FERMECANAUX
FIN
```

```
POUR POSITIONC
TESTE ( CANAL? 2 ) >=143 //valeur extrême pour le plot C//
SIVRAI  [ FERMECANAL 1 TEMPO 100 JOUE "DO6DC RETOURNE ]
T-D POSITIONC
FIN

//En français :
(la primitive TESTE rends VRAI ou FAUX)
SI la valeur 143 est dépassée,
ALORS arrête
SINON tourne à droite et continue…//

POUR POSITIONB
TESTE (CANAL? 2 ) <= 99
SIVRAI [ POSITIONB1 TEMPO 100 JOUE "DO6DC] //j'ai ajouté un petit élément sonore//
POSITIONB2 TEMPO 100 JOUE "DO6DC
FIN

POUR POSITIONB1
TESTE (CANAL? 2 ) <= 95
SIVRAI [T-D POSITIONB1 ]
FERMECANAL 1 RETOURNE
FIN

POUR POSITIONB2
TESTE (CANAL? 2 ) >= 118
SIVRAI [T-G POSITIONB2]
FERMECANAL 2 RETOURNE
FIN

POUR POSITIONA
TESTE ( CANAL? 2 ) <= 75
SIVRAI [ FERMECANAL 2 TEMPO 100 JOUE "DO6DC RETOURNE ]
T-G POSITIONA
FIN
```

Toutes les valeurs numériques sont à déterminer selon votre propre configuration…

Explication sur la procédure POSITIONB :

En Logo TO7-70, la procédure s'écrivait comme suit :

```
POUR POSITIONB
SI PLP ? EY ? 99 [T-G POSITIONB] [SI PLG ? EY ? 99 [T-D POSITIONB] [INI STOP]]
FIN
```

Ce qui se traduit en bon français :

SI *la valeur du potentiomètre EY est inférieure à 99*
ALORS *tourne à gauche et continue*
SINON
SI *la valeur du potentiomètre EY est supérieure à 99*
ALORS *tourne à droite et continue*
SINON arrête

J'avoue ne pas avoir réussi à bien comprendre les arcanes et la syntaxe de LogoPlus et c'est pourquoi, j'ai résolu le problème d'une autre façon :

POUR POSITIONB
La valeur du potentiomètre EY est-elle inférieure ou égale à 99 ?
SIVRAI
ALORS exécute la procédure POSITIONB1
SIFAUX
ALORS exécute la procédure POSITIONB2
FIN

.52. la programmation du bras et de la main : LEVE – BAISSE, PRENDS - LACHE

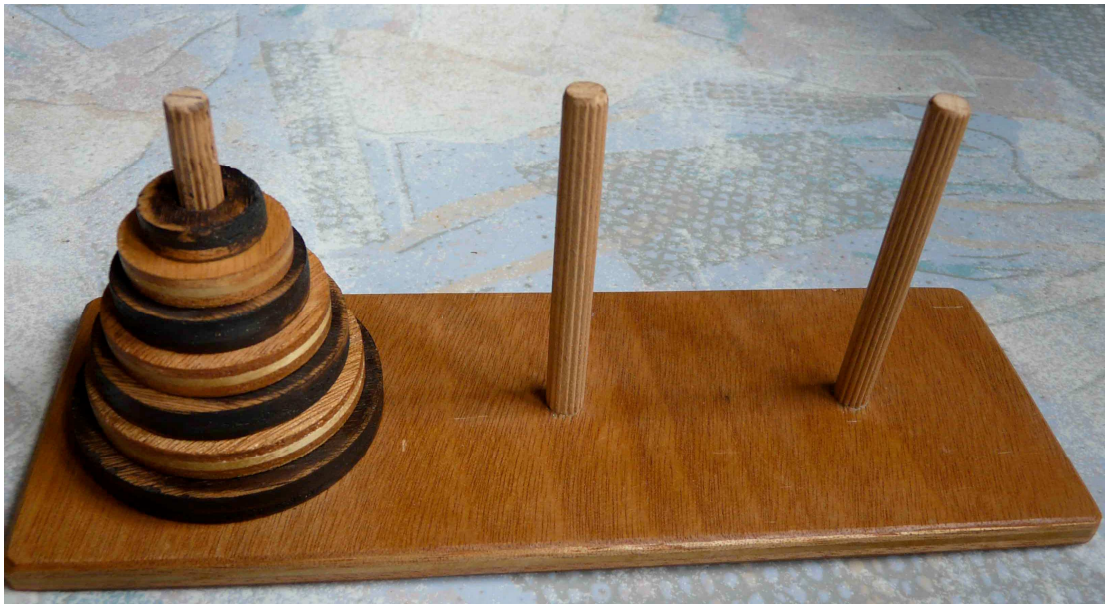
```
// Procédures pour prendre les disques : LEVE, BAISSE, PRENDS//

POUR LEVER
OUVRECANAL 4
FIN

POUR ARRET.LEVE
FERMECANAL 4
FIN

POUR BAISSER
OUVRECANAL 3
FIN

POUR ARRET.BAISSE
FERMECANAL 3
FIN

POUR LEVE
TESTE ( OUVERT? 2 ) OU ( ( CANAL? 1 ) <= 60 ) //scrute l'interrupteur ou le potentiomètre – rends VRAI ou FAUX//
SIVRAI [ ARRET.LEVE RETOURNE ]
LEVER
LEVE
FIN

POUR BAISSE
TESTE ( OUVERT? 1 ) OU ( ( CANAL? 1 ) >= 70 ) //scrute l'interrupteur ou le potentiomètre – rends VRAI ou FAUX//
SIVRAI [ ARRET.BAISSE RETOURNE]
BAISSER
BAISSE
FIN

POUR PRENDS
TEMPO 100 JOUE "DO3DC
OUVRECANAL 5
FIN

POUR LACHE
TEMPO 100 JOUE "DO3DC
FERMECANAL 5 OUVRECANAL 6 ATTENDS 0,01 FERMECANAL 6 // on inverse le courant très rapidement dans l'électro-aimant pour éviter une magnétisation des disques de métal//
FIN

POUR DEPART
TEMPO 100 JOUE "DO3QCMI3QCSOL3QC
LEVE
POSITIONB
FIN
```

.53. La résolution du problème posé par la tour de Hanoï sans robot

D'après le texte du site :
http://www.esiee.fr/infoweb/labos/Kits/ManFischer10.html

« D'après la tradition, des moines d'un cloître bouddhiste sont occupés à une tâche qui exige une dose extraordinaire de patience : trois piliers de cuivre, d'argent et d'or sont placés sur une planche. Il y a très longtemps de cela, 64 disques troués étaient empilés, tous de diamètres différents et disposés par ordre de grandeur, sur le pilier de départ en cuivre. La tâche consiste à déplacer le tas sur le pilier d'arrivée en or, en observant les règles suivantes :

1 - On ne peut déplacer qu'un disque à la fois.
2 - On ne peut jamais déposer un disque sur un autre plus petit.
3 - Seuls les trois piliers peuvent être utilisés pour déplacer les disques.



L'histoire nous conte aussi que lorsque le but est atteint, c'est la fin du monde. Dans notre exemple, nous avons renoncé aux piliers de cuivre, d'argent et d'or et n'utilisons tout au plus que 5 disques, pour ne pas provoquer délibérément la fin du monde ! Pour les emplacements des tas, nous trouvons respectivement une position sur le bord gauche et droit ainsi qu'au centre du châssis (voir photo).

Algorithme : Il est préférable de tenir compte de l'observation suivante : afin de faire passer le disque du dessous du pilier de départ au pilier d'arrivée, vous devez tout d'abord d'une façon ou d'une autre déplacer tous les disques du dessus sur le pilier intermédiaire. Alors le disque du dessous peut être déplacé. Puis de nouveau, il ne reste plus qu'à déplacer le tas restant du pilier intermédiaire sur le pilier d'arrivée. Comment réaliser le déplacement du tas restant ? Si nous avons 5 disques le tas restant fait 4 disques. Nous pouvons comme précédemment déplacer le quatrième disque le plus bas : nous plaçons le tas de 3 disques sur le pilier libre (celui de départ). Ainsi nous déplaçons le problème d'un tas à 4 disques à un tas à 3 puis à 2 disques. En fin de compte nous sommes parvenus dans la réflexion à la situation avec un seul disque. Et de là, il est simple de déplacer ce disque. Nous pouvons à présent de nouveau suivre cette conclusion et affirmer ainsi que nous maîtrisons le jeu de la Tour de Hanoï pour un nombre infini de disques. C'est exactement selon cette réflexion que fonctionne le programme qui est proposé ci-après. Le nombre de pas nécessaire pour n disques est donné par la formule (2 puissance n - 1). Donc pour 5 disques, le robot doit réaliser ainsi 31 pas.

Comme indiqué ci-dessus, un jeu à 64 disques requiert un minimum de 2^{64}-1 déplacements. En admettant qu'il faille 1 seconde pour déplacer un disque, ce qui fait 86 400 déplacements par jour, la fin du jeu aurait lieu au bout d'environ 213 000 milliards de jours, ce qui équivaut à peu près à 584,5 milliards d'années, soit 43 fois l'âge estimé de l'univers (13,7 milliards d'années selon certaines sources).

Dans un premier temps le programme demande de repérer la position des trois piliers. Puis le nombre de disques. Il commence alors le traitement, il affiche le nombre de pas restant et le déplacement en cours.

La fonction de gestion de l'électro-aimant présente une particularité : après chaque mise hors tension de l'électro-aimant, on alimente brièvement dans le sens contraire l'électro-aimant. Ce qui permet de réduire la magnétisation d'un disque. »

Voici un programme qui reflète la démarche expliquée ci-dessus et que vous pouvez faire exécuter sans robot, ni interface, directement depuis l'éditeur LogoPlus (l'aide de Dominique Bille a été déterminante, puisque les variables – et elles sont nombreuses – se gèrent d'une manière particulière par rapport au Logo TO7-70) :

```
// Procédures récursives HANOÏ sans robot//

POUR HANOI :N
EFFTXT
PARTAGE "CPT
DONNE "CPT 0
ECL "************************************************************
ECL PH [ "Nombre de manipulations = ] MOUVEMENTS :N
ECL "************************************************************
RESOUDRE :N  "A "B "C
FIN

POUR RESOUDRE :N :A :B :C
TESTE ( :N = 1 )
SIVRAI [  DEPLACER :A :B RETOURNE]
SIFAUX [
RESOLUTION :N :A :B :C
]
FIN

POUR RESOLUTION :N :A :B :C
RESOUDRE  ( :N - 1 ) :A :C :B
RESOUDRE 1 :A :B :C
RESOUDRE  ( :N - 1 ) :C :B :A
FIN

POUR PLACER :L
EC PH [PLACER SUR] :L
FIN

POUR RETIRER :L
DONNE "CPT ( :CPT + 1 )
ECL PH [Manipulation N°] :CPT
ECL PH [RETIRER DE] MOT :L MOT CAR 32 "-
FIN

POUR DEPLACER :A :B
RETIRER :A
PLACER :B
FIN

POUR MOUVEMENTS :N
TESTE :N = 1
SIVRAI [REPONDRE 1]
REPONDRE 1 + (2 * MOUVEMENTS :N - 1 )
FIN
```

Cette procédure est le « noyau » de la résolution. On pourra remarquer sa concision !

.54. La résolution du problème posé par la tour de Hanoï avec robot

Il suffit d'ajouter les primitives définies pour le robot dans ces procédures de base, c'est-à-dire, peu de choses en fait… :

```
// Procédures récursives HANOÏ avec robot//

POUR HANOI :N
DEPART
EFFTXT
PARTAGE "CPT
DONNE "CPT 0
ECL "************************************************************
ECL PH [ "Nombre de manipulations = ] MOUVEMENTS :N
ECL "************************************************************
RESOUDRE :N  "A "B "C
FIN

POUR RESOUDRE :N :A :B :C
TESTE ( :N = 1 )
SIVRAI [  DEPLACER :A :B RETOURNE]
SIFAUX [
RESOLUTION :N :A :B :C
]
FIN

POUR RESOLUTION :N :A :B :C
RESOUDRE  ( :N - 1 ) :A :C :B
RESOUDRE 1 :A :B :C
RESOUDRE  ( :N - 1 ) :C :B :A
FIN

POUR POSITIONNER-SUR :X
SI EGALITE? :X "A  POSITIONA
SI EGALITE? :X "B  POSITIONB
SI EGALITE? :X "C  POSITIONC
FIN

POUR PLACER :L
EC PH [PLACER SUR] :L
POSITIONNER-SUR :L
BAISSE
LACHE
LEVE
FIN

POUR RETIRER :L
DONNE "CPT (:CPT + 1)
ECL PH [Manipulation N°] :CPT
ECL PH [RETIRER DE] MOT :L MOT CAR 32 "-
POSITIONNER-SUR :L
BAISSE
PRENDS
LEVE
FIN

POUR DEPLACER :A :B
RETIRER :A
PLACER :B
FIN

POUR MOUVEMENTS :N
TESTE :N = 1
SIVRAI [REPONDRE 1]
REPONDRE 1 + (2 * MOUVEMENTS :N - 1 )
FIN
```

Je tiens encore à remercier Dominique Bille et Jean-Louis Barbedette pour leur aide, ce qui m'a permis ma complète remise à niveau dans ce domaine. Faire fonctionner à nouveau ce robot qui dormait depuis une dizaine d'années dans un carton avec les technologies nouvelles (P.C. sous Windows Vista, nouvelle carte interface, nouvelle mouture du langage Logo… fut pour moi, complet néophyte dans les domaines de l'électricité et de la mécanique, (même s'il ne s'agit que d'un jouet), un défi.

J’espère que ce petit topo pourra rendre service à d’autres passionnés dans ce domaine.

Jean-Pierre KRUG
DIJON
jean-pierre.krug@club-internet.fr